UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

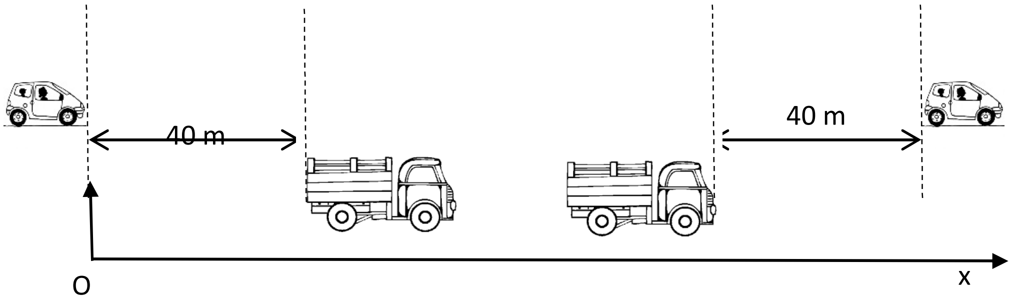
OLIMPIADA DE FÍSICA

FASE LOCAL

4 de Marzo de 2016

Apellidos, Nombre:...
Centro de Estudio: ....

1. Estamos conduciendo un automóvil de 5 m de longitud con una velocidad constante de 80 km/h por una carretera recta. Vemos delante un camión de 12 m de longitud que viaja a una velocidad constante de 60 km/h. Decidimos adelantar al camión. Nos cambiamos de carril y aceleramos hasta alcanzar una velocidad de 100 km/h al acabar el adelantamiento ¿Cuál es la aceleración de nuestro automóvil durante el proceso y el tiempo que nos cuesta si empezamos cuando estamos 40 m detrás del camión y acabamos cuando estamos 40 m delante?



$$80\frac{km}{h} = 22{,}22\frac{m}{s},\ \ 60\frac{km}{h} = 16{,}67\frac{m}{s},\ \ 100\frac{km}{h} = 27{,}78\frac{m}{s}$$

Automovil: $t = 0,\ \ x_{Ao} = 0,\ \ v_{Ao} = 22{,}22\ m/s$

$$v_A = v_{Ao} + at = 22{,}22 + at$$

$$x_A = 22{,}22t + \frac{1}{2}at^2$$

Camión: $t = 0,\ \ x_{Co} = 40$ m

$$x_C = x_{Co} + v_C t = 40 + 16{,}67t$$

Cuando acaba el adelantamiento: $x_A = x_C + 12 + 40 + 5 = x_C + 57$

$$v_A = 27{,}78 = 22{,}22 + at, \quad at = 5{,}56\ m/s$$

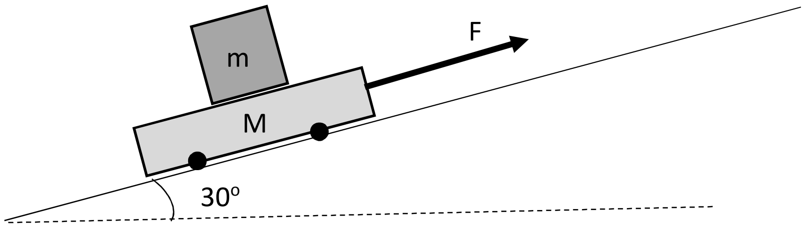
$$x_A = 22{,}22t + \frac{1}{2}at^2 = 40 + 16{,}67t + 57$$

$$8{,}33t = 97$$

$$t = 11{,}64s, \quad a = 0{,}48\ m/s^2$$

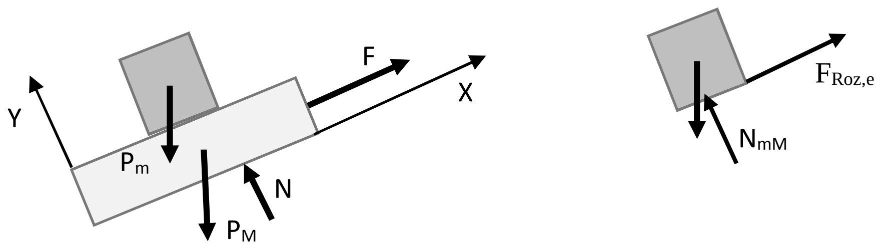
2. Necesitamos subir una carga de masa m = 10 kg por una rampa inclinada 30º. Disponemos para hacerlo de una carretilla de masa M = 2 kg. El rozamiento de la carretilla con el suelo es despreciable y los coeficientes de rozamiento estático y cinético entre la carga y la carretilla son 0,8 y 0,5 respectivamente.
   Para lograrlo, tiramos, mediante una cuerda, con una fuerza F paralela a la rampa como indica la figura.

   ¿Qué valores de fuerza, F, son permitidos para que la carga no deslice en la carretilla al subir la rampa?



Como la carga no desliza la fuerza de rozamiento entre la carga y la carretilla es estática

$$0 \leq F_{Roz,e} \leq F_{Roz,e\ \text{máxima}} = \mu_e N_{m,M}$$



a) *Fuerza mínima. El conjunto sube con velocidad constante. Aislando el conjunto*

$$\sum F_X = F - Mgsen30 - mgsen30 = 0$$

$$F_{min} = (m+M)gsen30 = 58{,}8\ N$$

b) *Fuerza máxima. El conjunto sube con aceleración y la fuerza de rozamiento es la máxima permitida*

Conjunto m y M, $\sum F_X = F - Mgsen30 - mgsen30 = (M+m)a$

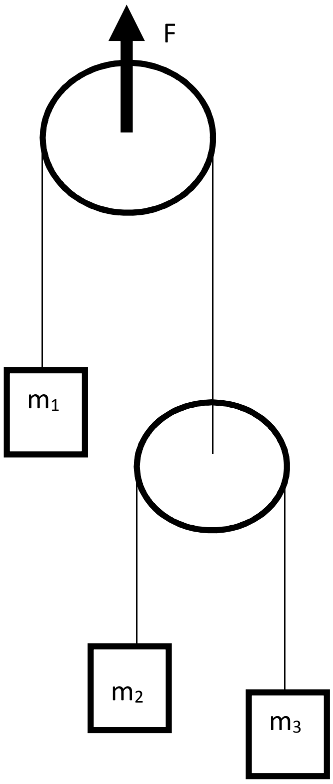
Carga m: $\sum F_X = F_{Roz,e,max} - mgsen30 = ma$

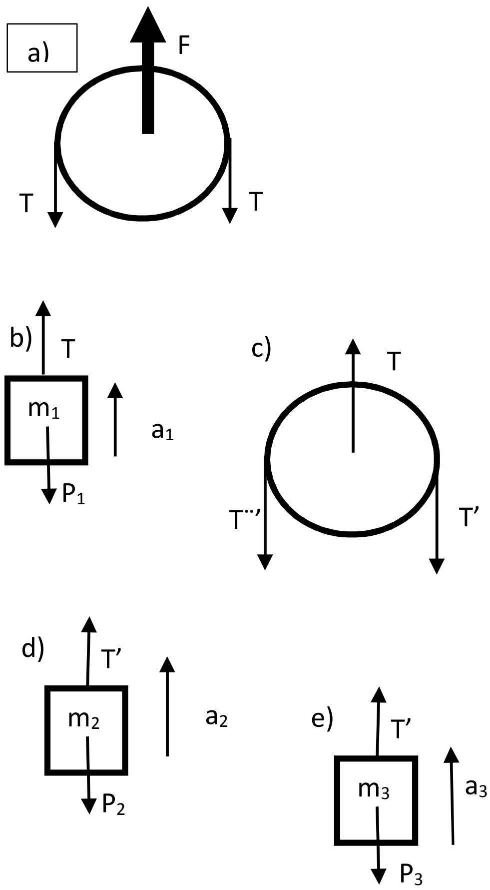
$$\sum F_Y = N_{m,M} - mgcos30 = 0,\ \ N_{m,M} = mgcos30$$

$$F_{max} = 81{,}48\ N$$

$$58{,}8\ N \leq F \leq 81{,}48\ N$$

3. El sistema de la figura está formado por tres objetos de masas m_1=1kg , m_2=2kg, m_3 = 1kg. Las masas están unidas por dos cuerdas sin peso que pasan por dos poleas sin rozamiento y de masa despreciable. Se aplica una fuerza F = 100 N hacia arriba a la polea superior. Hallar las aceleraciones de m_1, m_2 y m_3. Tomar g= 10 m/s^2





a) Aislamos la primera polea: $F - 2T = 0 \Longrightarrow T = 50\ N$

b) Para m_1. $T - m_1 g = m_1 a_1 \Longrightarrow a_1 = 40\ m/s^2$

c) Aislamos la segunda polea: $T - 2T' = 0 \Longrightarrow T' = 25\ N$

d) Para m_2. $T' - m_2 g = m_2 a_2 \Longrightarrow a_2 = 2.5\ m/s^2$

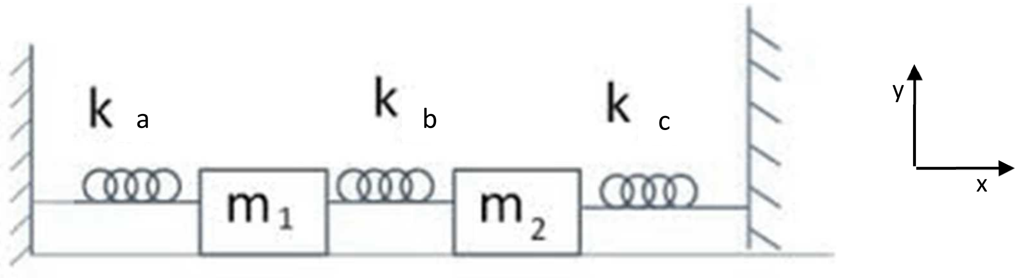
e) Para m_3. $T' - m_3 g = m_3 a_3 \Longrightarrow a_3 = 15\ m/s^2$

Todas las masas tienen aceleración "hacia arriba"

4. Dos masas idénticas ($m_1 = m_2 = m$) deslizan sobre un plano sin rozamiento bajo la influencia de tres resortes idénticos unidos como se muestra en la figura. La constante elástica de los resortes es $k_a = k_b = k_c = k$

   Supongamos que en el instante inicial las masas están en su posición de equilibrio y sus velocidades instantáneas son $\vec{v}_1 = -\vec{v}_2 = v\vec{\imath}$.

   a) ¿Qué tipo de movimiento realizan?
   b) Encontrar la posición de cada masa en función del tiempo.
   c) ¿Cuál es la máxima compresión de los muelles?

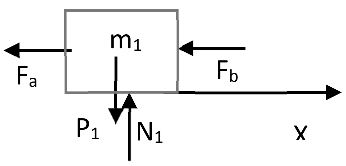


Como las masas son idénticas, los muelles idénticos y $\vec{v}_1 = -\vec{v}_2$, cuando los muelles a y c se alargan x, el muelle b se comprime 2x.

Aislando la masa m_1

a) Eje x: $-F_a - F_b = -kx - 2kx = ma$ $\qquad$ $-3kx = ma$

$$a = -\frac{3k}{m}x = -\omega^2 x$$



La masa describe un movimiento armónico simple con

$$\omega = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

b) $x_1 = Asen(\omega t + \varphi_o)$

$v1 = A\omega\cos(\omega t + \varphi_o)$

t=0 $\quad 0 = Asen(\varphi_o) \quad \rightarrow \quad \varphi_o = 0, \pi$

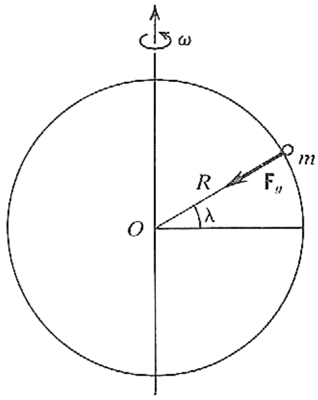
$$v = A\omega\cos(\varphi_o) > 0 \qquad \rightarrow \qquad \varphi_o = 0, \;\; A = \frac{v}{\omega}$$

$$x_1 = v\sqrt{\frac{m}{3k}}sen\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t\right)$$

$$x_2 = v\sqrt{\frac{m}{3k}}sen\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t + \pi\right)$$

c) Muelles a y c, máxima compresión = A = $\sqrt{\frac{3k}{m}}$, $\quad$ *muelle b, 2A =* $2\sqrt{\frac{3k}{m}}$

5. Supongamos un objeto de masa m y tamaño despreciable situado sobre la superficie de la Tierra que suponemos una esfera de radio R. Como sabéis, el objeto está sometido a la fuerza de atracción gravitatoria, F_g, dirigida hacia el centro de la Tierra.



a) Hallar el valor de dicha fuerza gravitatoria F_g.

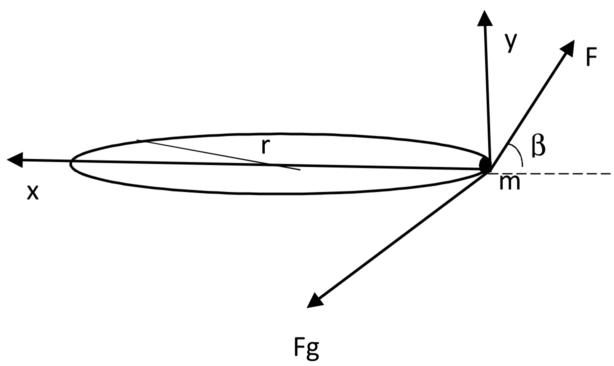
El objeto se mueve con la Tierra en la situación de la figura manteniendo constante su posición relativa

b) Hallar el valor de la fuerza, F, que recibe m que permite este movimiento

c) Obtener el ángulo entre la dirección de F y la dirección de F_g

DATOS: m = 10 kg, $\lambda = 30^o$, R_{Tierra}=6370 km, ρ_{Tierra} (densidad) = 5.51 g/cm^3, G = 6.67 10^{-11} N m^2/kg^2

a) $|Fg| = G\,Mm / R^2 = G\,m\,\rho\,V / R^2 = G\,m\,\rho\,\frac{4}{3}\pi R^3/R^2 = 98.06\ N$



b) *Periodo T = 1 día,* $\omega = 7.27\ 10^{-5}$ *rad/s*

Radio $r = R\cos\lambda$

Eje x: $F_g \cos\lambda - Fx = m\,\omega^2\,r$

Eje y: $Fy = F_g \sin\lambda$

$F_x = F_g \cos\lambda - m\,\omega^2\,r = F_g\cos\lambda - m\,\omega^2\,R\cos\lambda = 84.92 - 0.292 = 84.63\ N$

$Fy = 49.03\ N$

$|F|$=97.81N

$tg\,\beta = Fy/Fx \qquad \beta = 0{,}085$

Angulo de F con la dirección de Fg= 0.086

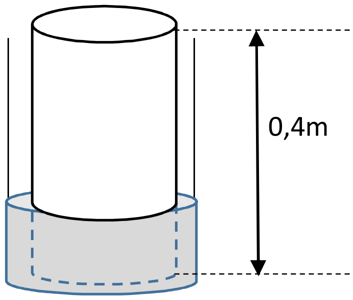
6. Un tubo abierto de 0,40 m de alto se coloca verticalmente en una cubeta cilíndrica cuya base tiene un área de 0,10 m^2. Se vierte agua en la cubeta hasta que un diapasón, que vibra a 440 Hz y está situado sobre el tubo, produce resonancia.

   a. ¿Qué masa de agua hay en la cubeta?

   Manteniendo la masa de agua sustituimos el diapasón por un generador y variamos la frecuencia de vibración desde 200 Hz hasta 4000 Hz

   b. ¿En qué valores de frecuencia encontraremos resonancia?

   Velocidad del sonido en el aire = 340 m/s



a) *Se forma una onda estacionaria.*

a. $v = \lambda f \qquad \lambda = \frac{340}{440} = 0{,}77\ m$

$H = \dfrac{\lambda}{4} = 0{,}19\ m$

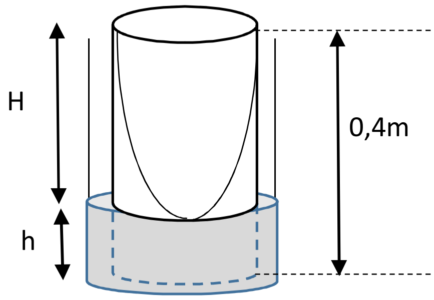
La altura, h, de agua en la cubeta

h = L – H = 0,21 m

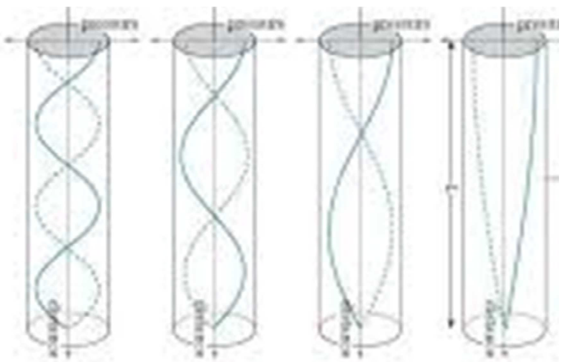
Y la masa de agua:

M = Volumen · densidad= $Ah\rho =$

$0{,}10 \cdot 0{,}21 \cdot 10^3 = 20{,}68\ kg$



b)



Tendremos resonancia si

$$H = (2n+1)\frac{\lambda}{4}, \qquad n = 0,1,2,3,4$$

$$\lambda = \frac{4H}{(2n+1)}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{(2n+1)v}{4H}$$

f = 440, 1320, 2200, 3080 y 3960 Hz

7. Un objeto cae sobre la superficie del agua con una velocidad inicial de 10 m/s desde una altura de 1.5m. En la misma vertical y dentro del agua hay un pez que observa el objeto.
   ¿A qué altura estará el objeto cuando el pez vea que tiene una velocidad de 15 m/s?

   Índice de refracción del agua n= 4/3. Tomar g = 10m/s^2

Por Ley de Snell: $n_{aire}\, sen(i) = n_{agua}\, sen(r)$

Teniendo en cuenta que los ángulos que forman los rayos con la normal son pequeños se puede poner que

$$y' = y\,\frac{tg\, i}{tg r} = y\,\frac{\sin i}{\sin r} = y\,\frac{n\prime}{n} = y\,4/3$$

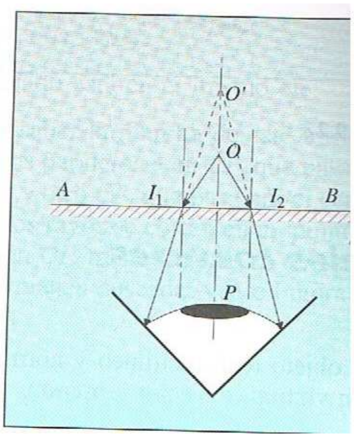
donde i es el ángulo de incidencia, r el ángulo refractado, y es la distancia de O a la superficie de separación e y' la distancia de O'.

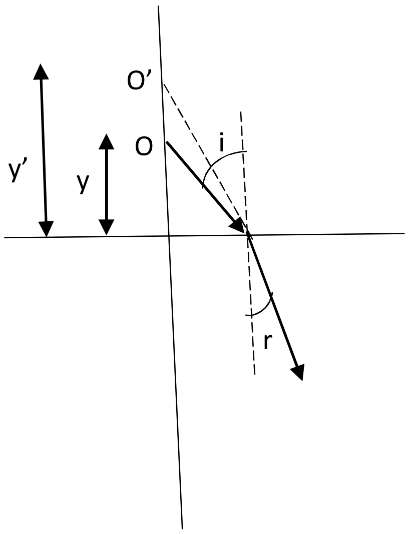
Como el tiempo que miden los observadores es el mismo se cumple (derivando):

$v' = v\,4/3$

Así si el pez ve una velocidad de 15 m/s, la velocidad real es 11.25.

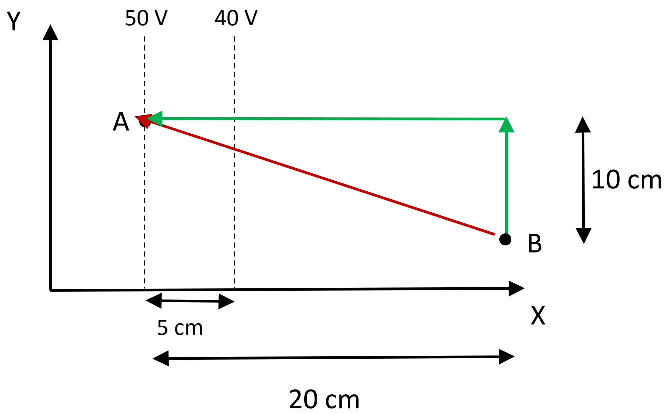
Esto supone que el objeto se ha movido 1.33m y está a una distancia del agua de 0.17 m.

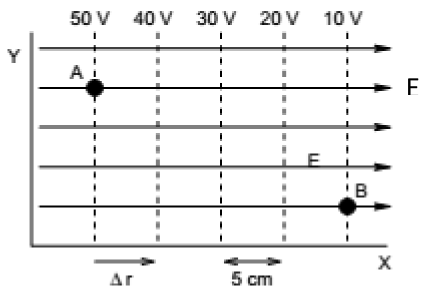




8. La figura representa dos superficies equipotenciales en una región del espacio en la que existe un campo eléctrico uniforme.
    a. Halla el vector campo eléctrico y dibuja las líneas de campo.
    b. Halla el trabajo que realiza el campo eléctrico cuando se traslada un electrón desde el punto B hasta el punto A
        i. por el camino de color rojo
        ii. por el camino de color verde.

Carga del electrón $e^- = -1.6\ 10^{-19}$ C





$$\vec{E} = \frac{\Delta V}{\Delta d}\vec{\imath} = \frac{(50-40)}{0{,}05}\vec{\imath} = 200\ V/m\ \vec{\imath}$$

El trabajo es independientemente del camino

$$W_{B\to A} = q(V_B - V_A) = 6.4 \cdot 10^{-18} J$$